

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-223632

(P2000-223632A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テラコト [*] (参考)
H 0 1 L 23/373		H 0 1 L 23/36	M 5 F 0 3 6
23/34		23/34	A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-19299

(22) 出願日 平成11年1月28日 (1999.1.28)

(71) 出願人 000220103

東京タングステン株式会社

東京都台東区東上野五丁目24番8号

(71) 出願人 000154794

株式会社放電精密加工研究所

神奈川県川崎市幸区下平間283番地

(72) 発明者 有川 正

富山県富山市岩瀬古志町2番地 東京タングステン株式会社富山製作所内

(74) 代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外1名)

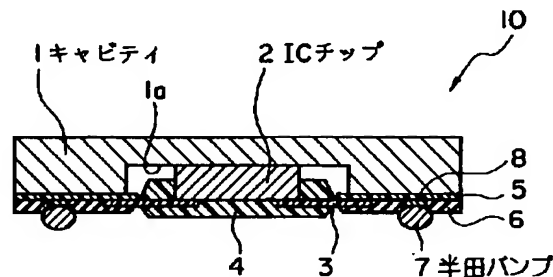
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放熱基板及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体パッケージに最適な特性を備えたキャビティ等に用いられる放熱基板とその製造方法と、それを用いた半導体パッケージを提供すること。

【解決手段】 半導体パッケージの素子又は部品を搭載する金属基板において、キャビティ1は、銅 (Cu) 粉とモリブデン粉 (Mo) を充分均一に混合した粉末を成形、焼結またはモリブデン圧粉体に銅を溶融・含浸、及び圧延により厚み1mm以下に加工したCu-Mo複合板材をさらに、凹 (キャビティ) 型に加工したものからなる。この凹型複合板材の凹部1a底面の表面粗度は、 $Ra \leq 0.2 \mu m$ である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体パッケージの素子又は部品を搭載する金属基板において、銅（Cu）粉とモリブデン粉（Mo）を充分均一に混合した粉末を成形、焼結またはモリブデン圧粉体に銅を溶融・含浸、及び圧延により厚み1mm以下に加工したCu-Mo複合板材をさらに、凹（キャビティ）型に加工したものからなり、この凹型複合板材の凹部底面の表面粗度は、 $Ra \leq 0.2 \mu m$ であることを特徴とする放熱基板。

【請求項2】 請求項1記載の放熱基板において、熱伝導率 $200 W / (m \cdot K)$ 以上、熱膨張係数 $7 \sim 11 \times 10^{-6} / K$ の特性を有する事を特徴とする高熱伝導性放熱基板。

【請求項3】 請求項1記載の放熱基板において、ヤング率 $180 \sim 300 GPa$ 、エリクセン値 $2 \sim 8 mm$ の剛性を有することを特徴とする放熱基板。

【請求項4】 請求項1記載の放熱基板を製造する方法において、切削加工により平行度、平坦度が良好でかつ直角度を損なわない前記凹部を形成し、さらに磁気研磨により前記凹部底面の表面粗さが $Ra \leq 0.2 \mu m$ と平滑に加工して半導体素子搭載上支障のない平面精度を持たせることを特徴とする放熱基板の製造方法。

【請求項5】 請求項4記載の放熱基板の製造方法において、前記切削加工は、 $\phi 10 mm$ 以下の刃具を使用したサイドカット法により回転スピード $6,000 \sim 20,000 rpm$ で切削して表面粗さ $Ra \leq 0.2 \mu m$ を得る加工であることを特徴とする放熱基板の製造方法。

【請求項6】 請求項4記載の放熱基板の製造方法において、前記磁気研磨による加工法は、平均粒径 $50 \sim 200 \mu m$ の鉄粉を用い、回転スピード $1,000 \sim 2,000 rpm$ に調整することで、高精度で量産性に優れた凹（キャビティ）型形状を得る方法であることを特徴とする放熱基板の製造方法。

【請求項7】 請求項1記載の放熱基板にNi及びAuめっきの内の少なくとも1種を施した後、前記素子又は部品を搭載してなることを特徴とする半導体パッケージ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体パッケージの素子又は部品を搭載するための放熱基板に関し、詳しくは、Cu-Mo複合基板を用いたキャビティとその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】最近の電子機器の高性能化、高機能化などのエレクトロニクス応用技術の進歩はめざましい。特に、モバイル機器の急速な発展から半導体素子の高機能化による多ピン化や小型薄型化、超小型高密度化に対応した新たな技術が望まれている。より小型化・高機能

化を図った一般的な方法としてBGA（Ball Grid Array）パッケージが着目されており、さらにテープタイプCSP（Chip Size/Scale Package）も注目されてきている。

【0003】半導体素子の基板材料として、CuやCu系複合材等は、熱伝導率が大いという利点から多く用いられている。

【0004】しかし、Cuを用いた場合、素子あるいはその周辺材料との熱膨張率の差が大いため、基板あるいは素子そのものの亀裂や破壊の原因となる。

【0005】これに対して、Cu系複合材では、Cu-Mo系やCu-W系が多く用いられているが、Cu-W系（例；住友電工製Cu-W）では、比重が大い（重い）という軽薄短小の流れの中にあつて致命的な欠陥がある。さらに、Cu-W系は、鍛造プレスや切削加工が非常に困難であり、量産性に向いていない。このことは加工費が高み、汎用的に用い量産されるパッケージに用いる際極めて消極的にならざるを得ない欠点といえる。

【0006】そのようなことからCu-Mo系複合材が、有効であることが挙げられる。

【0007】図4は従来のCu-Mo系複合材の一例を示す断面図である。図4に示すように、一例としてのCu/Mo/Cu三層積層型複合材50の場合、芯材51としてMoが用いられ、表層52がCuから成っているため、初期の熱逃げや横への熱放散性は優れている。

【0008】しかし、放熱材には矩形形状以外にキャビティやベディスタル（凸）の形状も多く検討されており、最近のMPUでは実用化されるものも見られる。但し、キャビティ型など異形な、即ち、矩形でない基板には、部位による特性が異なる等の欠点のため不適といえる。

【0009】そこで、Cu-Mo系複合材でCuとMo粒子が充分に均一に混合・分散した材料、言い換えれば巨視的に見て均一な複合材料が異形型には必要とされている。

【0010】また、熱的特性の観点から見れば、放熱性は高ければ高いほど良いが、一般的にそのような材料は熱膨張係数がより大きくなるため使えなくなる。熱伝導率の点から言えば、 $200 W / (m \cdot K)$ 以上あれば熱の発生の伴う高性能な半導体に用いられる。また、熱膨張係数は、一般的に半導体素子に近似した材料が適当であるが、プラスチックやリードフレームなどの構成材料の兼ね合いから $7 \sim 11 \times 10^{-6} / K$ 程度の材料が適当である。そのような特性を有するのは、30～50質量%のCuを含有したMoとの複合材料である。

【0011】次に、前記小型化の市場要求の大い電子機器では、可能な限り薄さも重要な課題として提唱されている。

【0012】基板としてのキャビティの大きさについては、従来、厚み（T） $1.5 \sim 2.0 mm$ のパッケージ

に使用されてきたが、 $T1\text{mm}$ 以下、特に $T0.4\sim 0.5\text{mm}$ 程度のもので求められている。このような材料をキャビティ型に加工するには、剪断、曲げ、鍛造プレス、絞り等の塑性加工と切削、切断加工等とを組み合わせた複合加工で行なう方法が考えられる。

【0013】その一例として、例えば、Cuを素材として用いた場合、比較的塑性加工が容易であり、鍛造プレスで凹みを付けた後、背面に飛び出た凹みの肉を鋭い刃物で切断する方法により実用化されている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記事情からキャビティのために、より望ましいといえるCu-Mo複合材料では、Cuと同様のプロセスでの加工は困難である。つまり、 $30\sim 50\text{Cu質量\%}$ のCuを含むCu-Mo材の板厚が 1mm 以下である複合材料をプレスにより板厚の 50% 程度の凹みを有するキャビティ型に加工することは、変形抵抗、塑性流動性、反り変形が発生し易いなどの点から、いまだ解決に至っていない。大きな或は強い加工を加えると被加工物の金属基板が割れる恐れもある。

【0015】一方、切削加工、例えば、通常のエンドミルなどで加工しても、表面粗さが悪くなったりバリが発生するなど品質の低下が見られる。たとえその点を後処理、例えば、バレル研磨などで処理したとしても、エッジの直角度が損なわれ大きなRが付いたり、直角コーナ一部の研磨が十分できないなど改善は難しく、量産性に乏しい。さらには、コストが大幅に掛かることも容易に予想される。

【0016】特に、 $T1\sim 2\text{mm}$ 以上の厚い基板と異なり本発明の求める薄い基板では、加工時の「抑え」なども量産に向けた方法が困難で、今後、市場要求の高まることが予測されるため早期の解決が望まれていた。

【0017】そこで、本発明の一技術的課題は、半導体パッケージに最適な特性を備えたキャビティ等に用いられる放熱基板とその製造方法とを提供することにある。

【0018】また、本発明の他の技術的課題は、前記放熱基板を用いた半導体パッケージを提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、半導体パッケージの素子又は部品を搭載する金属基板において、銅(Cu)粉とモリブデン粉(Mo)を充分均一に混合した粉末を成形、焼結またはモリブデン圧粉体に銅を溶融・含浸、及び圧延により厚み 1mm 以下に加工したCu-Mo複合板材をさらに、凹(キャビティ)型に加工したものからなり、この凹型複合板材の凹部底面の表面粗度は、 $Ra\leq 0.2\mu\text{m}$ であることを特徴とする放熱基板が得られる。

【0020】また、本発明によれば、前記放熱基板において、熱伝導率 $200\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上、熱膨張係数

$7\sim 11\times 10^{-6}/\text{K}$ の特性を有する事を特徴とする高熱伝導性放熱基板が得られる。

【0021】また、本発明によれば、前記放熱基板において、ヤング率 $180\sim 300\text{GPa}$ 、エリクセン値 $2\sim 8\text{mm}$ の剛性を有することを特徴とする放熱基板が得られる。

【0022】また、本発明によれば、前記放熱基板を製造する方法において、切削加工により平行度、平坦度が良好でかつ直角度を損なわない前記凹部を形成し、さらに磁気研磨により前記凹部底面の表面粗さが $Ra\leq 0.2\mu\text{m}$ と平滑に加工して半導体素子搭載上支障のない平面精度を持たせることを特徴とする放熱基板の製造方法が得られる。

【0023】また、本発明によれば、前記放熱基板の製造方法において、前記切削加工は、直径(ϕ) 10mm 以下の刃具を使用したサイドカット法により回転スピード $6,000\sim 20,000\text{rpm}$ で切削して表面粗さ $Ra\leq 0.2\mu\text{m}$ を得る加工であることを特徴とする放熱基板の製造方法が得られる。

【0024】また、本発明によれば、前記放熱基板の製造方法において、前記磁気研磨による加工法は、平均粒径 $50\sim 200\mu\text{m}$ の鉄粉を用い、回転スピード $1,000\sim 2,000\text{rpm}$ に調整することで、高精度で量産性に優れた凹(キャビティ)型形状を得る方法であることを特徴とする放熱基板の製造方法が得られる。

【0025】また、本発明によれば、前記放熱基板にNi及びAuめっきの内の少なくとも1種を施した後、前記素子又は部品を搭載してなることを特徴とする半導体パッケージが得られる。

【0026】ここで、本発明の、放熱基板において、Cu-Mo複合材中のCu含有量は、 $30\sim 50\text{質量\%}$ が好ましい。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0028】図1は本発明の実施の形態によるパッケージの断面図である。図1に示すように、半導体パッケージ10は、凹部1aを有するキャビティ1と、凹部1aの中に収容されたICチップ2と、ICチップ2の下面に接続された基板固定用のテープ3と、ICチップ2及びテープ3とを固定するための樹脂4と、テープ3に外側端部を接続固定するプリント基板5と、プリント基板5とによってテープ3の端部を挟み込み固定する絶縁板6と、プリント基板5に接続された導体部を備えるとともに絶縁板6の下面に開口したボール収容部8と、ボール収容部8に装着された半田ボールからなる半田バンパ7とを備えて構成されている。

【0029】図2は図1のキャビティの製造方法を示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のキャビティの正面断面図、(c)は(a)の側面断面図である。

また、図3は、図2の加工の次工程である磁気研磨法を示す部分正面断面図である。

【0030】図2(a)、(b)、(c)、及び図3を参照して、キャビティ1の製造方法について説明する。

【0031】図2に示すように、板厚(T)1mm以下、特にT0.5mmの板材に、深さD0.25程度の凹みのあるキャビティ1を加工する際、エンドミル11によるサイドカット法で切削加工を行なった後、図3に示すように、磁気研磨法により表面粗さを整えバリなどを除去する。

【0032】具体的に、サイドカット法によれば、一方に切削するだけでD0.5mmまでの掘削は容易で、ただ切削方向には刃具(スピンドル)11aのアール(R)1bが残るが、スピンドル11aの径がφ10程度であれば素子搭載上の問題はなく実用上の支障は見受けられないことが判った。

【0033】また、矢印14で示す切削方向に直角な方向の直角度は、ワークの裏面を矢印13に示すように支持台12に設けた貫通孔を介してワークの搭載面側と反対側をエアで吸着し固定するので、 $90 \pm 3^\circ$ の精度を保ちながら量産に向くように制御させられる。

【0034】また、切削の際のエンドミル11のスピンドル11aの回転スピードは、Cuの含有量がCu-Mo複合材の全体の質量に対して本発明の範囲である30~50質量%あれば、6,000~20,000rpmの高速切削が表面粗さや平坦度などの品質上適当であることが判った。尚、6,000rpm未満の場合は、切削表面が粗くなり平坦度を保てず、20,000rpmを超えるとスピンドル11aの剛性上振れが生じ良品は得られなくなる。よって、6,000~20,000rpmの範囲にて良好なキャビティ1を得ることができた。

【0035】次に、このように切削加工したキャビティ1を磁気研磨法により表面処理をする。図3に示すように、磁気研磨装置20は、電磁コイル24とその中心部に設けられた鉄芯23と、この鉄芯23を矢印25に示される方向に回転させるモータ26とを備えている。鉄芯23の下端面とワークとの間に鉄(Fe)粉21と砥粒スラリー22とが挿入される。この磁気研磨法は、鉄(Fe)粉21と砥粒スラリー22で磨く方法であり自由曲線(複雑形状)の研磨に優れている。

【0036】このような磁気研磨法によれば、Cu-Moキャビティ1を研磨する際は、凹部1a底面だけでなく、直角を有する辺やコーナーも容易に磨くことができ、また、研磨ダレも生じない。研磨には、平均粒径50~200μmのFe粉21と市販のスラリー研磨材22を用いるが、Fe粉の大きさが50μmより細かい場合、研磨力が低下し充分な磨き効果が得られないだけでなく、軟らかいCuを選択的に削ってしまう恐れがある。また、200μmより大きければ、表面が粗くなり

キズなども付きやすくなる。そして、ワークと鉄芯とのクリアランスは、1~2mmとし、回転スピードを1,000~2,000rpmとすることが好ましいことを得た。

【0037】ワークと鉄芯とのクリアランスを大きく、あるいは回転スピードを速くしても研磨能力が低下するだけである。逆に、クリアランスを小さく、回転スピードを遅くするとキズが付いたり表面が粗くなったりする。

10 【0038】一般に、プレスによる方法とこれら切削による方法を比較すると、切削は加工コストが高いというイメージがあるが、本発明によれば、切削と磁気研磨をインライン化することにより、コストは大幅に削減することができる。

【0039】また、プレスによれば反りなどの後処理が必要になってくるが、本発明における切削ではそのような後処理も不要となり量産性に優れた加工方法となり、しかも、このようにして得られた金属基板は、パッケージとして用いられる場合、極めて有効で、従来にない表面精度で且つ安く量産できるため実用上優れたパッケージとなる。

【0040】また、本発明に利用される金属基板は放熱性に優れ、且つ部材内は均一な特性を有するため、従来のCuWなどに比べればT1~2mm以上の厚みの放熱基板の加工も当然可能であり、有効性を得ることが出来る可能性が十分に考えられる。さらに、Cuを含む市場でよく当用されているCuW材料でも凹部加工性を向上させるには、容易に展開が可能である。

【0041】次に、本発明の実施の形態による半導体パッケージの具体例について説明する。

【0042】(例1)40質量%のCu粉と60質量%のMo粉を均一に十分分散するように、湿式法により混合した粉末を油圧成形した後、液相焼結を行ない、圧延により厚み(T)0.5mmの板に仕上げた。この材料の平均熱膨張係数および熱伝導率はそれぞれは $8.7 \times 10^{-6}/K$ 、230W/(m·K)で、ヤング率およびエリクセン値は、それぞれ200GPa、及び4.8mmであった。

【0043】これを口30に切断し、試料の中心に口15×深さ(D)0.25の凹部を鍛造プレス法により形成しようと試みたところ、わずか0.05mm凹みだけであり満足しうるキャビティは得られなかった。そこで、図2に示すサイドカット法により同様の形状のものを形成したところ、D0.25mmのキャビティができた。このときのスピンドル11aの直径は8mmのものを使用し、回転速度を10,000rpmで切削加工したところ、表面粗さRaは0.25であった。

【0044】引き続き図3に示す磁気研磨により加工すると、表面粗さRaは0.13と向上し、バリも除去できた。

【0045】また、加工上がりのキャビティ1の平行度および平坦度は良好であり、高熱伝導性放熱基板が得られた。

【0046】また、このキャビティ1の形状とした放熱基板に、厚さ3 μ mのNiめっきを施し、その上にAuめっきを0.8 μ m施した後、図1のようなパッケージに組み立てた処、放熱性が良く熱膨張的にも外周囲材料とマッチングしたパッケージと成し得、半導体素子を搭載する高放熱性基板として実用に供し得るものができた。

【0047】(例2) Mo粉を油圧および静水圧で空孔率35%の圧粉体を作り、この圧粉体を焼結する際Cuを溶かし入れ(含浸)した。この含浸体のCu含有量は30質量%でありCuの偏析もないうえ、空孔もない良好な金属基板が得られた。

【0048】次に、この基板を400℃以下の温間圧延により(0.5mmに加工し仕上げた。この材料の平均熱膨張係数および熱伝導率は、それぞれ7.7 $\times 10^{-6}$ /K及び200W/(m \cdot K)で、ヤング率およびエリクセン値は、それぞれ230GPa及び3.8mmであ

った。【0049】これを上記例1と同様のキャビティ1に加工し、磁気研磨により仕上げた処、このときの表面粗さRaは0.15であり、平行度および平坦度も良好であった。

【0050】仕上がり品は、半導体素子を搭載する放熱基板としては、充分実用に供し得るものであった。

【0051】(例3) 50質量%のCu粉と50質量%のMo粉を例1記載と同様の方法により液相焼結を行ない、圧延により厚み(T)0.7mmの板に仕上げた。この材料の平均熱膨張係数および熱伝導率はそれぞれは10.5 $\times 10^{-6}$ /K及び260W/(m \cdot K)で、ヤング率およびエリクセン値は、それぞれ190GPa及び6.0mmであった。これを口30に切断し、試料の中心に口15 \times 深さ(D)0.25の凹部を鍛造プレス法により形成したが、わずか0.05mm凹んだだけであった。また、反りが大きいため矯正する必要があった。そこで、サイドカット法により同様の形状のものを形成した。このときのスピンドルの直径(ϕ)が10mmのものをを用い、回転速度を8,000rpmで切削加工したときの表面粗さRaは0.3 μ mであり、引き続き磁気研磨により加工すると、表面粗さRaは0.13 μ mと向上しバリも除去できた。また、平行度および平坦度は良好であった。このキャビティ1にNiめっき3 μ m、Auめっき0.8 μ mをした後、図1のようなパッケージに組み立てると、放熱性が良く熱膨張的にも外周囲材料とマッチングし、違和感のない凹部を有する高放熱性放熱基板が作製できた。この放熱基板は、Cu-W材よりも生産性が凡そ30%以上向上した。

【0052】(例4) 上記例1と同様の40質量%Cu

—Mo材料でサイドカット法により、上記例1と同様の条件にて1,000個のキャビティを切削、そして磁気研磨にて仕上げた。

【0053】このときの表面粗さRaは全て0.10～0.20 μ mの間に入っており(平均0.13 μ m)、工程能力Cp値は1.38で十分であった。

【0054】また、バリはなく、平行度および平坦度も良好であり、量産しても品質にバラツキがなく良好な放熱基板が得られことが判った。

10 【0055】また、従来の方法により、つまりエンドミルを使って切削した後、バレル研磨して仕上げたところ、本発明による方法よりも1.5倍の時間がかかり、品質的にもバリが大きかったり直角部分のダレが生じたりなど低下し、コストも約3倍と大幅に高くなってしまった。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、半導体パッケージに最適な特性を備えたキャビティ等に用いられる放熱基板とその製造方法とを提供することができる。

【0057】また、本発明によれば、前記利点を備えた放熱基板を用いた半導体パッケージを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態による半導体パッケージの断面図である。

【図2】図1のキャビティの製造方法を示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のキャビティの正面断面図、(c)は(a)の側面断面図である。

30 【図3】図2で示す加工後の磁気研磨法を示す部分正面断面図である。

【図4】従来のCu—Mo系複合材の一例を示す断面図である。

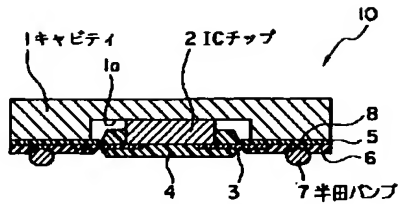
【符号の説明】

- | | |
|------|-----------|
| 1 | キャビティ |
| 1 a | 凹部 |
| 1 b | R |
| 2 | ICチップ |
| 3 | テープ |
| 4 | 樹脂 |
| 5 | プリント基板 |
| 6 | 絶縁板 |
| 7 | 半田パンパ |
| 8 | ボール収容部 |
| 10 | 半導体パッケージ |
| 11 | エンドミル |
| 11 a | 刃具(スピンドル) |
| 20 | 磁気研磨装置 |
| 21 | 鉄(Fe)粉 |
| 22 | スラリー |

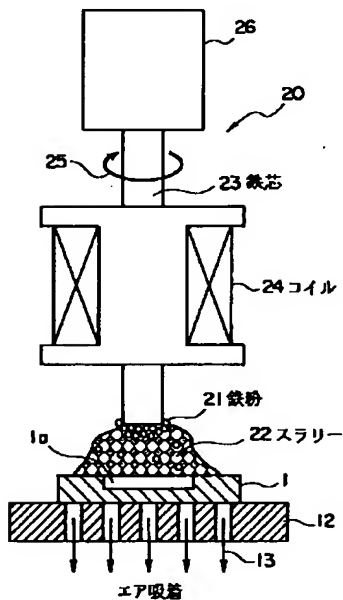
23 鉄芯
24 電磁コイル
25 矢印
26 モータ

50 積層型複合材
51 芯材
52 表層

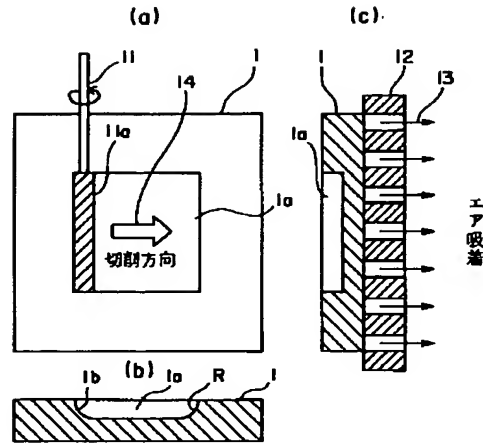
【図1】



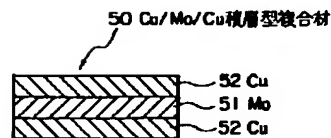
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 市田 晃
富山県富山市岩瀬古志町2番地 東京タン
グステン株式会社富山製作所内
(72)発明者 土井 良彦
東京都台東区東上野五丁目24番8号 東京
タングステン株式会社内

(72)発明者 町田 武男
神奈川県厚木市飯山3110番地 株式会社放
電精密加工研究所内
(72)発明者 村田 力
神奈川県厚木市飯山3110番地 株式会社放
電精密加工研究所内
Fターム(参考) 5F036 AA01 BB08 BD01